

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

6

(11)Publication number : 06-188449

(43)Date of publication of application : 08.07.1994

(51)Int.Cl.

H01L 31/108

(21)Application number : 04-356786

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 21.12.1992

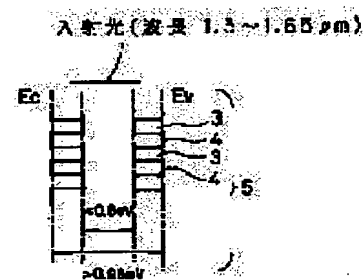
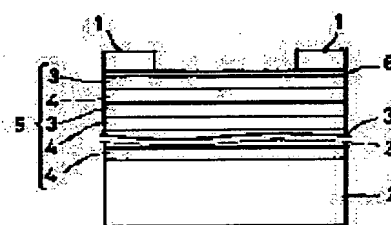
(72)Inventor : NISHIKATA KAZUAKI  
HIRAYAMA YOSHIYUKI  
IRIKAWA MASANORI

## (54) MSM TYPE PHOTODETECTOR

## (57)Abstract:

PURPOSE: To improve response speed by constituting a distorted superlattice out of a quantum well layer, which is a light absorbing layer and has an under-surface compressive distortion, and quantum barrier layer which is not a light absorbing layer and has nearly the same under-surface tensile distortion as the quantum well layer.

CONSTITUTION: A quantum well layer 3 consists of InGaAs having 1% compressive distortion to an InP substrate 2. A quantum barrier layer 4 consists of InAs having 1% tensile distortion. The quantum well layer 3 can absorb a light 1.3-1.65 $\mu$ m in wavelength zone for optical communication, but the quantum barrier layer 4 can not absorb the light in this wavelength zone. By absorption of the light, only the electrons and the positive holes small in effective mass are generated in the quantum well layer 3, so the excellent electron transport property of the quantum well layer 3 having under-surface compressive distortion can be made use of. Hereby, the response speed can be improved.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-188449

(43)公開日 平成6年(1994)7月8日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup> H 0 1 L 31/108	識別記号 8422-4M	庁内整理番号 H 0 1 L 31/ 10	F I C	技術表示箇所
--	-----------------	--------------------------	----------	--------

審査請求 未請求 請求項の数2(全 3 頁)

(21)出願番号 特願平4-356786	(71)出願人 000005290 古河電気工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号
(22)出願日 平成4年(1992)12月21日	(72)発明者 西片 一昭 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内
	(72)発明者 平山 祥之 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内
	(72)発明者 入川 理徳 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

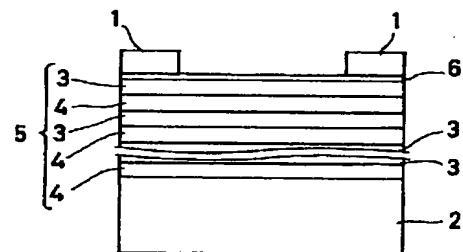
(54)【発明の名称】 MSM型受光素子

(57)【要約】

【目的】 応答速度が向上したMSM型受光素子を提供する。

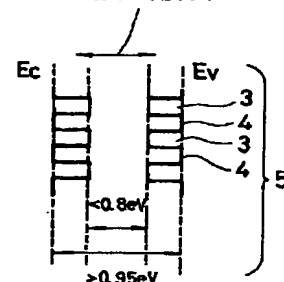
【構成】 半導体層5上にショットキーメタル1を積層して形成したショットキー接合を有するMSM型受光素子において、半導体層5の少なくとも一部は歪み超格子5で構成し、該歪み超格子5は、光吸収層である面内圧縮歪みを持つ量子井戸層3と、非光吸収層である、前記量子井戸層3と同程度の面内引っ張り歪みを持つ量子障壁層4から構成する。

(a)



(b)

入射光(波長 1.3~1.65 $\mu$ m)



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体層上にショットキーメタルを積層して形成したショットキー接合を有するMSM型受光素子において、半導体層の少なくとも一部は歪み超格子から構成され、該歪み超格子は、光吸収層である面内圧縮歪みを持つ量子井戸層と、非光吸収層である、前記量子井戸層の歪みと同程度の面内引っ張り歪みを持つ量子障壁層から構成されていることを特徴とするMSM型受光素子。

【請求項2】 3%以下の面内圧縮歪みを持ち、かつ、エネルギーバンドギャップの幅が0.8eV以下であるGaInAsP混晶またはGaInAsSb混晶を量子井戸層とし、前記量子井戸層の歪みと同程度の面内引っ張り歪みを持ち、かつ、エネルギーバンドギャップの幅が0.95eV以上であるGaInAsP混晶またはAlGaInAs混晶を量子障壁層とする請求項1記載のMSM型受光素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、応答速度を改善したMSM型受光素子に関する。

## 【0002】

【従来技術】 MSM (Metal Semiconductor Metal) 型受光素子は、結晶表面に対向した電極を持つ構造をしており、容量が小さいという特長を有し、高速動作が可能である。MSM型受光素子の応答速度は、主に受光層中のキャリアの走行時間で制限される。受光層中の電界が十分に高い場合には、キャリアはその飽和速度で走行する。

【0003】 InPに格子整合するGa<sub>0.47</sub>In<sub>0.53</sub>Asは、低電界時の移動度が大きい、飽和速度が大きい、バンドギャップが0.74eVと小さく、光通信用の波長1.3~1.65μmの光を吸収できるなどの特徴を有する。このため、Ga<sub>0.47</sub>In<sub>0.53</sub>Asからなる受光層と金属とのショットキー接合を利用した受光素子が検討されている。しかし、上記ショットキー接合はバリア高さが低い場合、暗電流が大きくなるという問題があった。そこで、Ga<sub>0.47</sub>In<sub>0.53</sub>Asと金属との間にAl<sub>0.48</sub>In<sub>0.52</sub>As層を挿入して、ショットキー接合のバリア高さ改善する方法がとられた(文献1参照)。

【0004】 ところで、量子井戸内に歪みを導入すると、エネルギーバンド構造が変化し、価電子バンドの上端に縮退している正孔の有効質量が軽いバンドと重いバンドに分離する。圧縮歪みを与えると、光の吸収によって生成される正孔の面内方向の運動に対する有効質量が軽くなる(文献2参照)。そこで、上記受光素子において、受光層にGa<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>As (X>0.53) 量子井戸層を用いると、応答速度を改善することできる。その理由は、InP基板に対して圧縮歪みを有するGa<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>As (X>0.53) は、歪みの無いGa

0.47In<sub>0.53</sub>Asに比較して優れた電子の輸送特性を示すからである。また、Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>As (X>0.53) 量子井戸層では、正孔は超格子構造の面内方向に対して軽い有効質量を持つため、正孔移動度が向上するからである。しかし、歪みを持った結晶構造を、受光層として要求される1μm以上の厚さにまで成長すると転位が発生する。そこで、受光層として、InPに対して圧縮歪みを有するGa<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>As (X>0.53) 層と引っ張り歪みを有するGa<sub>1-y</sub>In<sub>y</sub>As (Y<0.53) 層を交互に積層し、お互いの歪みを相殺した超格子構造を用いることが検討されている。この構造において、電子および正孔はエネルギーの低いGa<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>As (X>0.53) 層を走行する。この構造の受光層は、各層の厚みを臨界膜厚以下にし、さらに、歪み超格子構造全体の歪み量が零になるように構造を最適化することにより、転位を発生させることなく、1μm以上の厚みに形成することができる。

文献1: Appl. Phys. Lett. 54, 16 (1989).

文献2: IEEE J. Quantum Electronics., vol. 27, No. 6, 1426, June 1991.

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、受光層に上述の歪み超格子構造を用いると、次のような問題があった。圧縮歪みを持つGa<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>As (X>0.53) 層内に発生した正孔は、超格子構造の面内方向に対して軽い有効質量を持つが、引っ張り歪みを持つGa<sub>1-y</sub>In<sub>y</sub>As (Y<0.53) 層内に発生した正孔は、超格子構造の面内方向に対して重い有効質量を持つ。入射した光は圧縮歪みを持つGa<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>As (X>0.53) 層と引っ張り歪みを持つGa<sub>1-y</sub>In<sub>y</sub>As (Y<0.53) 層の両方に吸収されるので、有効質量が小さい正孔と有効質量が大きい正孔が発生する。このうち、引っ張り歪みを持つGa<sub>1-y</sub>In<sub>y</sub>As (Y<0.53) 層内に発生した有効質量が重い正孔は、応答速度の低下をまねく原因となっていた。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明は上記問題点を解決したMSM型受光素子を提供するもので、半導体層上にショットキーメタルを積層して形成したショットキー接合を有するMSM型受光素子において、半導体層の少なくとも一部は歪み超格子から構成され、該歪み超格子は、光吸収層である面内圧縮歪みを持つ量子井戸層と、非光吸収層である、前記量子井戸層の歪みと同程度の面内引っ張り歪みを持つ量子障壁層から構成されていることを特徴とするものである。

## 【0007】

【作用】 上述のように、半導体層の少なくとも一部を歪み超格子から構成し、該歪み超格子を、光吸収層である面内圧縮歪みを持つ量子井戸層と、非光吸収層である、前記量子井戸層の歪みと同程度の面内引っ張り歪みを持

つ量子障壁層から構成すると、光吸収により量子井戸層内に電子と有効質量の小さい正孔のみが発生するので、面内圧縮歪みを持つ量子井戸層の優れた電子輸送特性を生かすことができる。

#### 【0008】

【実施例】以下、図面に示した実施例に基づいて本発明を詳細に説明する。図1(a)、(b)は、それぞれ本発明にかかるMSM型受光素子の一実施例の断面図とそれを構成する超格子のエネルギーバンド構造図である。図中、1はTi/Pt/Auからなる金属電極、2は半絶縁性InP基板である。3はInP基板2に対して1%の圧縮歪みが入っているIn<sub>0.68</sub>Ga<sub>0.32</sub>Asからなる量子井戸層である。4は1%の引っ張り歪みが入っているIn<sub>0.37</sub>Al<sub>0.63</sub>Asからなる量子障壁層である。量子井戸層3および量子障壁層4の厚さはそれぞれ15nmであり、各40層を交互に積層して厚さ1.2μmの超格子5を形成している。6はショットキー接合のバリア高さ改善する厚さ30nmのAl<sub>0.48</sub>In<sub>0.52</sub>As層である。量子井戸層3および量子障壁層4の各バンドギャップは、それぞれ0.8eV以下、および0.95eV以上になっている。本実施例の素子では、量子井戸層3は光通信の波長帯1.3~1.65μmの光を吸収出来るが、量子障壁層4はこの波長帯の光を吸収しない。また、本実施例では、正孔の有効質量が従来の五分之一になり、従って、応答速度も同程度に改善された。なお、量子井戸層の組成は上記実施例に限定されず、3%以下の面内圧縮歪みを持ち、かつ、エネルギーバンドギャップの幅が0.8eV以下であるGaInAsP混晶またはGaInAsSb混晶であればよい。ここで、面内圧縮歪みを3%以下にしたのは、これ以上である

と、現実的に結晶を成長できないからである。また、量子障壁層の組成は上記実施例に限定されず、量子井戸層の歪み量と同程度の面内引っ張り歪みを持ち、かつ、エネルギーバンドギャップの幅が0.95eV以上であるGaInAsP混晶またはAlGaInAs混晶であればよい。さらに、量子井戸層と量子障壁層のエネルギーバンドギャップの幅は上記実施例に限定されず、吸収すべき光波長に応じて変えることができることは言うまでもない。

#### 【0009】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、半導体層上にショットキーメタルを積層して形成したショットキー接合を有するMSM型受光素子において、半導体層の少なくとも一部は歪み超格子から構成され、該歪み超格子は、光吸収層である面内圧縮歪みを持つ量子井戸層と、非光吸収層である、前記量子井戸層と同程度の面内引っ張り歪みを持つ量子障壁層から構成されているため、応答速度が向上するという優れた効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

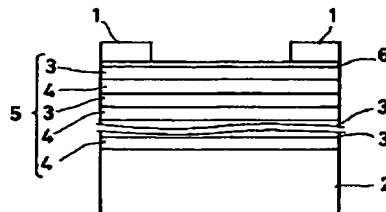
【図1】(a)、(b)は、それぞれ本発明にかかるMSM型受光素子の一実施例の断面図とそれを構成する超格子のエネルギーバンド構造図である。

#### 【符号の説明】

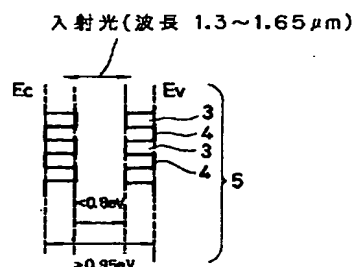
- |   |   |
|---|---|
| 1 | 金属電極                                      |
| 2 | 半絶縁性InP基板                                 |
| 3 | 量子井戸層                                     |
| 4 | 量子障壁層                                     |
| 5 | 超格子                                       |
| 6 | Al <sub>0.48</sub> In <sub>0.52</sub> As層 |

【図1】

(a)



(b)



BEST AVAILABLE COPY